

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-36338

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H01L 27/14			H01L 27/14	D
	21/027		H04N 5/335	V
	27/148		H01L 21/30	516A
H04N 5/335			27/14	B

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-178897

(22)出願日 平成7年(1995)7月14日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 名取 太知

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

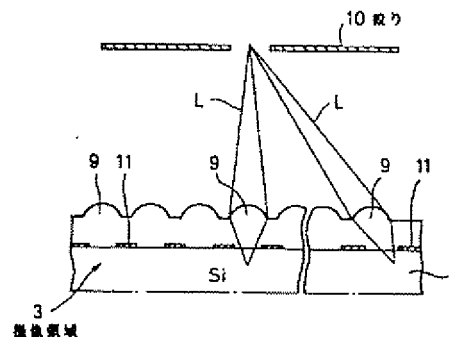
(74)代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54)【発明の名称】 固体撮像素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 固体撮像素子の感度シェーディング補正を行なう場合において、様々な光学系に対する補正が1枚の補正用マスクで対応できるようにして、製造工程の簡略化、工数の低減化を有効に図る。

【解決手段】 シリコン基板1上に多数の受光部がそれぞれ分離されて形成された撮像領域3上に、各受光部に対応してそれぞれマイクロ集光レンズ9が形成された固体撮像素子において、撮像領域3に入射される光Lが、各マイクロ集光レンズ9にてそれぞれ対応する受光部に集光される位置に各マイクロ集光レンズ9を配列形成して構成する。この場合、マイクロ集光レンズ9を形成するためのマスク形成用膜に対する露光工程時に、露光光の集光倍率を所定パラメータに基づいて調整して、該マスク形成用膜によるレジストパターンに基づいて形成されるマイクロ集光レンズ9の形成位置を、該マイクロ集光レンズ9を通しての入射光Lが受光部に集光されるように補正する。



マイクロ集光レンズの形成位置を示す断面

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に多数の受光部がそれぞれ分離されて形成された撮像領域上に、上記各受光部に対応してそれぞれ集光レンズが形成された固体撮像素子において、

上記撮像領域に入射される光が、上記各集光レンズにてそれぞれ対応する受光部に集光される位置に上記各集光レンズが配列形成されていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 受光部が形成された半導体基板上に平坦化膜を介して集光レンズ形成用材料膜を形成する工程と、

上記集光レンズ形成用材料膜上にマスク形成用膜を形成する工程と、

上記マスク形成用膜に対し露光・現像を行って、該マスク形成用膜によるレジストパターンを形成する工程と、
上記レジストパターンを通じて露出する集光レンズ形成用材料膜をエッチング除去して集光レンズとして形成する工程とを有し、

上記マスク形成用膜に対する露光・現像工程時に、露光光の集光倍率を所定パラメータに基づいて調整して、該マスク形成用膜によるレジストパターンに基づいて形成される集光レンズの形成位置を、該集光レンズを通しての入射光が受光部に集光されるように補正することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項3】 上記所定パラメータは、少なくとも上記集光レンズから受光部までの距離、集光レンズの曲率半径、チップサイズ、射出瞳距離であることを特徴とする請求項2記載の固体撮像素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像素子の感度特性の改善に好適な固体撮像素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】固体撮像素子、例えばpnフォトダイオードにて構成される受光部にて蓄積された信号電荷をCCDにて構成された電荷転送部にて出力側に転送するCCD固体撮像素子は、そのCCDにおける信号電荷及び雑音と像面照度との関係をみた場合、低照度側において、信号電荷のゆらぎによる雑音（ショット雑音）と暗時雑音の影響が大きくなることが知られている。

【0003】上記ショット雑音を減らすには、受光部の開口率を大きくすればよいが、最近の微細化傾向に伴い、上記開口率の増大化には限界がある。そこで、現在、受光部上にマイクロ集光レンズを形成した構造が提案され、実用化に至っている。

【0004】このマイクロ集光レンズを形成した構造の場合、光の利用率が上がり、受光部における感度の向上を図ることができ、上記ショット雑音の低減化に有効と

なる（なお、マイクロ集光レンズの形成方法については、例えば特開昭60-53073号公報及び特開平1-10666号公報参照）。

【0005】従来のCCD固体撮像素子は、図11に示すように、シリコン基板101上に、 SiO_2 等からなるゲート絶縁膜102を介して選択的に多結晶シリコン層からなる転送電極103が形成され、これら転送電極103上に層間絶縁膜104を介してA1遮光膜105が選択的に形成され、更にこのA1遮光膜105を含む全面に平坦化用の層間膜106が積層され、そして、該層間膜106上にマイクロ集光レンズ107が形成されて構成されている。

【0006】ここで、上記転送電極103の形成されていない部分が受光部108であり、この受光部108上において、上記A1遮光膜105が除去され、更に各受光部108に対応してそれぞれマイクロ集光レンズ107が形成される。

【0007】この場合、図12に示すように、各マイクロ集光レンズ107は、受光部108の中心とマイクロ集光レンズ107の中心（光軸）とがほぼ一致する位置に形成するようにしている。なお、この図12においては、図11で示す転送電極103及びA1遮光膜105等の積層膜を転送電極部109として記載してある。

【0008】しかし、撮像領域の特に周辺部において、絞り110を通して入射される被写体からの光Lに対するマイクロ集光レンズ9での集光位置と受光部108の位置とが食い違ってしまうため、入射光Lが受光部108周辺に形成されたA1遮光膜105によって一部遮光されるいわゆる「けられ」（例えば、符号111で示す）が生じることになり、撮像領域周辺における感度が低下することになる。

【0009】そこで、従来では、各マイクロ集光レンズ107での集光位置を測定して、各マイクロ集光レンズ107の最適な形成位置を割り出し（感度のシェーディング補正）、この割り出した測定結果に基づいて形成位置補正用のマスクを作製し、この補正用マスクを使って撮像領域上にマイクロ集光レンズ107を形成するようにしている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記CCD固体撮像素子における感度シェーディング補正では、マイクロ集光レンズ107に有効画素中心を中心として微小スケールをかける方法がとられている。

【0011】この微小スケールをかける方法として、従来では、コンピュータを使用した計算処理により画素パターン全領域で微小スケールをかけた補正マスクを使ってマイクロレンズパターンを露光する方法がとられていた。

【0012】しかし、この方法では、補正量は常に一定であり、光学系の違いによる射出瞳距離の変化、つまり

補正量の変化には対応できなかった。対応させようとする場合には、複数枚の補正マスクを必要とするが、この補正用マスクの作成は非常に困難であるため、1枚のマスクで対応できる方法が望まれていた。

【0013】本発明は、上記の課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、撮像領域全体にわたる感度の向上を図ることができる固体撮像素子を提供することにある。

【0014】また、本発明の他の目的は、固体撮像素子の感度シェーディング補正を行なう場合において、様々な光学系に対する補正が1枚の補正用マスクで対応でき、製造工程の簡略化、工数の低減化を有効に図ることができる固体撮像素子の製造方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、半導体基板上に多数の受光部がそれぞれ分離されて形成された撮像領域上に、上記各受光部に対応してそれぞれ集光レンズが形成された固体撮像素子において、上記撮像領域に入射される光が、上記各集光レンズにてそれぞれ対応する受光部に集光される位置に上記各集光レンズを配列形成して構成する。

【0016】これにより、まず、被写体からの入射光が受光部に入ることによって、その入射光の光量に応じた信号電荷が該受光部に蓄積されて撮像領域全体からみた場合、その被写体の像に応じた信号電荷が各受光部に蓄積されることになる。

【0017】この場合、通常は、撮像領域の特に周辺部において、集光レンズの集光位置と受光部の位置とが食い違ってしまうため、受光部周辺に形成された遮光膜によって入射光が遮光されるいわゆる「けられ」が生じることになり、撮像領域周辺における感度が低下することになる。

【0018】しかし、本発明では、撮像領域に入射される光が、上記各集光レンズにてそれぞれ対応する受光部に集光される位置に上記各集光レンズが配列形成されていることから、入射光が集光レンズを通じて集光される位置と受光部の位置が撮像領域全体においてほぼ一致したかたちとなり、固体撮像素子の感度の向上が図られることになる。

【0019】また、本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、受光部が形成された半導体基板上に平坦化膜を介して集光レンズ形成用材料膜を形成する工程と、上記集光レンズ形成用材料膜上にマスク形成用膜を形成する工程と、上記マスク形成用膜に対し露光・現像を行って、該マスク形成用膜によるレジストパターンを形成する工程と、上記レジストパターンを通じて露出する集光レンズ形成用材料膜をエッチング除去して集光レンズとして形成する工程とを有し、上記マスク形成用膜に対する露光・現像工程時に、露光光の集光倍率を所定パラメータ

に基づいて調整して、該マスク形成用膜によるレジストパターンに基づいて形成される集光レンズの形成位置を、該集光レンズを通しての入射光が受光部に集光されるように補正する。

【0020】即ち、まず、受光部が形成された半導体基板上に平坦化膜を介して集光レンズ形成用材料膜を形成した後、上記集光レンズ形成用材料膜上にマスク形成用膜を形成し、その後、上記マスク形成用膜に対し露光・現像を行って、該マスク形成用膜によるレジストパターンを形成した後、上記レジストパターンを通じて露出する集光レンズ形成用材料膜をエッチング除去して集光レンズとして形成する。この場合、上記マスク形成用膜に対する露光・現像工程時に、露光光の集光倍率を所定パラメータに基づいて調整して、該マスク形成用膜によるレジストパターンに基づいて形成される集光レンズの形成位置を、該集光レンズを通しての入射光が受光部に集光されるように補正するようにしている。

【0021】通常は、撮像領域の特に周辺部において、集光レンズの集光位置と受光部の位置とが食い違ってしまうため、受光部周辺に形成された遮光膜によって入射光が遮光されるいわゆる「けられ」が生じることになり、撮像領域周辺における感度が低下することになる。そこで、従来から感度のシェーディング補正を行なって上記感度の劣化を抑えるようにしているが、光学系の種類に応じて複数枚の補正用マスクが必要となる。

【0022】本発明では、補正用マスクを通しての露光の光路が、露光光の集光倍率の調整によって、広がる方向あるいは狭くなる方向に変化し、補正用マスクを通しての光の集光位置が適宜変化することになる。

【0023】そのため、被写体からの光が集光レンズを通して撮像領域に集光される位置と受光部の位置との比較を例えばシミュレーションによって測りながら、露光光の集光倍率を調整して、最適な位置、即ち撮像領域全体において、被写体からの光が集光レンズを通して撮像領域に集光される位置と受光部の位置とが一致する位置となるようにすることが可能となる。

【0024】この場合、種々の光学系に対するシェーディング補正が1枚のマスクで対応でき、製造工程の簡略化、工数の低減化を有効に図ることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るCCD固体撮像素子の実施の形態（以下、実施の形態に係るCCD固体撮像素子と記す）を図1～図10を参照しながら説明する。

【0026】この実施の形態に係るCCD固体撮像素子は、図1に示すように、シリコン基板1の表面に、pnフォトダイオードからなる受光部2が多数マトリクス状に配列されて形成された撮像領域3（図2及び図3参照）を有する。また、このシリコン基板1上に、SiO₂等からなるゲート絶縁膜4を介して選択的に多結晶シ

リコン層からなる転送電極5が形成されている。この転送電極5は、上記受光部2を避けて形成される。

【0027】これら転送電極5上に層間絶縁膜6を介してA1遮光膜7が選択的に形成され、このA1遮光膜7を含む全面に平坦化用の層間膜8が積層され、更に該層間膜8上にマイクロ集光レンズ9が形成されて本実施の形態に係るCCD固体撮像素子が構成されている。なお、図1においては、受光部以外の不純物拡散領域、例えば垂直レジスタ、チャネルストップ領域等を省略して示す。

【0028】そして、本実施の形態に係るCCD固体撮像素子においては、図2に示すように、各マイクロ集光レンズ9の形成位置が、撮像領域3に入射される絞り10を通しての被写体からの光しが各マイクロ集光レンズ9にてそれぞれ対応する受光部2に集光される位置とされている。なお、この図2においては、図1で示す転送電極5及びA1遮光膜7等の積層膜を転送電極部11として記載してある。

【0029】次に、上記本実施の形態に係るCCD固体撮像素子の製造方法の一例について図4～図6を参照しながら説明する。

【0030】まず、図4Aに示すように、シリコン基板1上にSiO₂からなるゲート絶縁膜4を形成した後、該ゲート絶縁膜4上に多結晶シリコン層からなる転送電極5を選択的に例えばCVD法にて形成すると共に、転送電極5が形成されていない部分のシリコン基板1の表面に、p形不純物及びn形不純物のイオン注入によってpnフォトダイオードからなる受光部2を選択的に形成する。

【0031】その後、全面に層間絶縁膜6を形成した後、該層間絶縁膜6上の上記転送電極5に対応する部分にA1遮光膜7を選択的に形成する。その後、全面に平坦化用の層間膜8を形成した後、該層間膜8上全面にマイクロ集光レンズ9を形成するためのレンズ材料膜12を例えばCVD法にて積層し、続いてエッチング加工用のマスクとして用いる例えばSiO₂膜13を例えばCVD法にて積層する。

【0032】次に、図4Bに示すように、全面にフォトリソ膜14を形成した後、該フォトリソ膜14に対して後述する感度シェーディング補正を行いながら露光を行なう。このとき、該フォトリソ膜14のマイクロ集光レンズ9が形成される位置に対応した位置にマイクロ集光レンズ形成用のパターン潜像14aが形成される。

【0033】その後、図5Aに示すように、上記フォトリソ膜14に対し現像処理を行なって、SiO₂膜13上にフォトリソ膜14によるマイクロ集光レンズ9のレジストパターンRP1を形成する。即ち、露光による潜像部分14aが硬化しているため、その後の現像処理にて上記潜像部分14a以外の部分が溶解し、結

果的にレンズ形成部分のみにフォトリソ膜14によるレジストパターンMPが残存することになる。

【0034】次に、図5Bに示すように、レジストパターンRPを通じて露出する下層のSiO₂膜13を例えばRIE（反応性イオンエッチング）にて除去して、レンズ形成部分にSiO₂膜13によるレンズ形成用のレジストパターンRP2を形成する。

【0035】その後、図6Aに示すように、上記フォトリソ膜14によるレジストパターンRP1を除去した後、SiO₂膜13によるレジストパターンRP2を通じて露出する下層のレンズ材料膜12をエッチング除去する。このとき、異方性エッチングと等方性エッチングを組み合わせることにより、レジストパターンRP2直下のレンズ材料膜12は、その断面形状にテーパが付いた凸レンズ形状に加工され、レンズ材料膜12によるマイクロ集光レンズ9が形成される。

【0036】そして、図1に示すように、上層に残存するSiO₂膜13によるレジストパターンRP2を例えばフッ酸系溶液にて除去することにより、本実施の形態に係るCCD固体撮像素子を得る。

【0037】次に、本実施の形態に係るCCD固体撮像素子の製造方法の他の例について図7～図9を参照しながら説明する。なお、図4～図6と対応するものについては同符号を記す。

【0038】まず、図7Aに示すように、シリコン基板1上にSiO₂からなるゲート絶縁膜4を形成した後、該ゲート絶縁膜4上に多結晶シリコン層からなる転送電極5を選択的に例えばCVD法にて形成すると共に、転送電極5が形成されていない部分のシリコン基板1の表面に、p形不純物及びn形不純物のイオン注入によってpnフォトダイオードからなる受光部2を選択的に形成する。

【0039】その後、全面に層間絶縁膜6を形成した後、該層間絶縁膜6上の上記転送電極5に対応する部分にA1遮光膜7を選択的に形成する。その後、全面に平坦化用の層間膜8を形成した後、該層間膜8上に染色膜21（カラーフィルタ）を形成する。なお、白黒用のCCD固体撮像素子の場合、この染色膜21の形成は省略される。

【0040】その後、上記染色膜21上全面にマイクロ集光レンズ9を形成するためのレンズ材料膜（有機材料膜）12を例えばCVD法にて積層する。

【0041】次に、図7Bに示すように、全面にフォトリソ膜14を形成した後、該フォトリソ膜14に対して後述する感度シェーディング補正を行いながらマスク22を通しての露光を行なう。このとき、フォトリソ膜14のうち、マスク22を通して露光光線が照射される部分が溶融し、結果的に、該フォトリソ膜14のマイクロ集光レンズ9が形成される位置に対応した位置にマイクロ集光レンズ形成用のパターン潜像1

4aが形成されることになる。

【0042】次に、図8Aに示すように、現像処理を行なって、フォトリソ膜14の上記露光光の照射部分（露光部分）を除去して、マイクロ集光レンズ形成用のレジストパターンRP1を形成する。

【0043】次に、図8Bに示すように、熱処理を施して、上記レジストパターンRP1をリフローさせる。このとき、レジストパターンRP1の角部分が熱によってなだらかになり、全体として凸レンズ形状にかたち作られる。

【0044】次に、図9に示すように、全面にRIE（反応性イオンエッチング）等の異方性エッチングを行なう。このとき、レジストパターンRP1の凸レンズ形状が下層のレンズ材料膜12に転写され、レンズ材料膜12による凸レンズ、即ちマイクロ集光レンズ9が形成されることになる。これによって、本実施の形態に係るCCD固体撮像素子が得られる。

【0045】次に、上記露光時に行なわれる感度シェーディング補正について説明する。通常の感度シェーディング補正法は、マイクロ集光レンズ9を形成するための露光用マスク自身に位置補正されたパターンが形成されているため、あるCCD固体撮像素子が、様々な射出瞳距離を有する光学系に使用される場合、それ相当枚数の位置補正されたマスクが必要となる。

【0046】そこで、本実施の形態に係る感度シェーディング補正は、光学系の違いによる射出瞳距離の変化に対応した補正を行なうために新しく考え出されたものであり、射出瞳距離が短くなることにより起こる撮像領域周辺付近での「けられ」の発生、いわゆる感度シェーディングを補正する方法を改善したものである。

【0047】即ち、1露光領域当たり1チップからなるCCD固体撮像素子のマイクロ集光レンズ9の形成過程において、露光時にステッパーの倍率補正を用い、撮像領域3内のすべての受光部2上に光が集光するようにマイクロ集光レンズ9の位置を最適化することを特徴としている。

【0048】このステッパーの倍率補正を用いる方法では、露光時にCCD固体撮像素子（チップ）上に露光されるパターンの倍率を変化させて位置補正を行なうため、様々な射出瞳距離に対してステッパーの倍率補正量を変化させることで対応が可能となる。従って、1枚のマスクにて射出瞳距離の違ったCCD固体撮像素子に対してのマイクロ集光レンズ9の形成が実現できる。

【0049】ここで、ステッパーの倍率補正機構は、例えば図10に示すように、ビデオカメラや光学カメラのズームレンズのように、多数枚のレンズにて構成される投影レンズ群31のうち、1枚のフォーカス用レンズ32を可動とすることにより、倍率を変化させるような機構となっている。なお、フォーカス用レンズ32における前後の空間の圧力を変化させることにより、光屈折率

を変化させて倍率を変える方式を採用しているステッパーもある。

【0050】ステッパーでの倍率補正（即ち、マイクロ集光レンズ9の形成位置補正）を行なうためのデータは、CCD固体撮像素子の設計時、試作時に行なわれるシミュレーションにより得ることができる。上記倍率補正のためのデータは主に次のようにして得られる。

【0051】各CCD固体撮像素子の設計上のパラメータ（例えば、マイクロ集光レンズ9の形成位置から受光部2の形成位置までの距離、マイクロ集光レンズ9の曲率半径、チップサイズ等）及び使用される光学系のパラメータ（例えば、射出瞳距離）などに基づいて、受光部2上での集光状態及び光路を計算する。

【0052】この計算結果をマイクロ集光レンズ9の形成位置及び射出瞳距離を変えて行なうことにより、最適な倍率補正量を見つかる。これを必要回数繰り返すことにより、あるいくつかの射出瞳距離に対する倍率補正量が求められる。

【0053】つまり、補正用マスクを通しての露光の光路が、ステッパーから射出される露光光の集光倍率の調整によって広がる方向あるいは狭くなる方向に変化し、補正用マスクを通しての光の集光位置が適宜変化することになる。そのため、被写体からの光しマイクロ集光レンズ9を通して撮像領域3に集光される位置と受光部2の位置との比較を例えばシミュレーションによって測りながら、露光光の集光倍率を調整して、最適な位置を把握する。これによって、撮像領域3全体において、被写体からの光しマイクロ集光レンズ9を通して撮像領域3に集光される位置と受光部2の位置とが一致する位置とすることが可能となる。

【0054】入力する各種パラメータとしては、例えば設計値である場合や試作品の断面から得られたデータである場合があるが、試作品から得られたデータを用いる方がより現実近く、正確なシミュレーションが可能である。

【0055】そして、上記シミュレーションにより得られた倍率補正値をそのCCD固体撮像素子に使用される光学系の射出瞳距離に応じて選択し、この選択された倍率補正値を上記露光時にステッパーに入力する。ステッパーは、入力された倍率補正値に合わせ込むように例えば図10で示すフォーカス用レンズ32を移動させて、露光光の倍率を変化させる。これによって、フォトリソ膜14の最適な位置、即ち後にマイクロ集光レンズ9を形成した場合に、撮像領域3全体において、被写体からの光しマイクロ集光レンズ9を通して撮像領域3に集光される位置と受光部2の位置とが一致する位置に、パターン層14a（図4B参照）が形成されることになる。

【0056】従って、その後の工程において、層間膜8上にマイクロ集光レンズ9を形成した場合、撮像領域3

に入射される被写体からの光が、各マイクロ集光レンズ9にてそれぞれ対応する受光部2に集光される位置にそれぞれマイクロ集光レンズ9が配列形成されることになる。

【0057】ここで、図3に、通常の露光によって形成されたマイクロ集光レンズ9の形成位置（以下、単に通常形成位置aと記す）と本実施の形態に係る倍率補正による露光によって形成されたマイクロ集光レンズ9の形成位置（以下、単に倍率補正形成位置bと記す）との関係を示す。撮像領域3における有効撮像領域の中心を露光中心としてステッパーによる露光時に倍率補正をかけると、通常形成位置aに対して倍率補正形成位置bで示すような位置にマイクロ集光レンズ9が形成されることになる。この場合、露光時の倍率を自由に変えることができるため、最適なシェーディング補正がされたマイクロ集光レンズ9の形成が可能となる。なお、倍率補正は、使用する光学系によっては、逆の倍率をかける場合もある。

【0058】このように、上記実施の形態に係るCCD固体撮像素子においては、感度シェーディング補正のための微小スケリングをかけたマイクロ集光レンズ9の形成において、ステッパーの倍率補正機能を用いて行なうようにしたので、該倍率補正量を任意に定めることができ、様々な射出瞳距離を持つ光学系に対するシェーディング補正が1枚の補正用マスクで対応することができる。

【0059】また、射出瞳距離に合わせて最適な感度シェーディング補正が自由自在に行えるため、補正結果をフィードバックすることにより、簡単に最適なシェーディング補正量を維持することができる。

【0060】

【発明の効果】上述のように、本発明に係る固体撮像素子によれば、半導体基板上に多数の受光部がそれぞれ分離されて形成された撮像領域上に、上記各受光部に対応してそれぞれ集光レンズが形成された固体撮像素子において、上記撮像領域に入射される光が、上記各集光レンズにてそれぞれ対応する受光部に集光される位置に上記各集光レンズを配列形成するようにしたので、撮像領域全体にわたる感度の向上を図ることができる。

【0061】また、本発明に係る固体撮像素子の製造方法によれば、集光レンズ形成用材料膜に対する露光工程時に、入射される光の集光倍率を所定パラメータに基づいて調整して、上記材料膜に形成される潜像の位置を、該潜像を集光レンズとした際に該集光レンズを通しての入射光が受光部に集光されるように補正するようにした

ので、固体撮像素子の感度シェーディング補正を行なう場合において、様々な光学系に対する補正が1枚の補正用マスクで対応でき、製造工程の簡略化、工数の低減化を有効に図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るCCD固体撮像素子の実施の形態の要部、特に受光部とその周辺部分を示す断面図である。

【図2】本実施の形態に係るCCD固体撮像素子のマイクロ集光レンズの形成位置を示す概略断面図である。

【図3】通常の露光によって形成されたマイクロ集光レンズ9の形成位置（通常形成位置a）と本実施の形態に係る倍率補正による露光によって形成されたマイクロ集光レンズ9の形成位置（倍率補正形成位置b）との関係を示す平面図である。

【図4】本実施の形態に係るCCD固体撮像素子の製造方法の一例を示す工程図（その1）である。

【図5】本実施の形態に係るCCD固体撮像素子の製造方法の一例を示す工程図（その2）である。

【図6】本実施の形態に係るCCD固体撮像素子の製造方法の一例を示す工程図（その3）である。

【図7】本実施の形態に係るCCD固体撮像素子の製造方法の他の例を示す工程図（その1）である。

【図8】本実施の形態に係るCCD固体撮像素子の製造方法の他の例を示す工程図（その2）である。

【図9】本実施の形態に係るCCD固体撮像素子の製造方法の他の例を示す工程図（その3）である。

【図10】ステッパーの倍率補正機構の一例を示す構成図である。

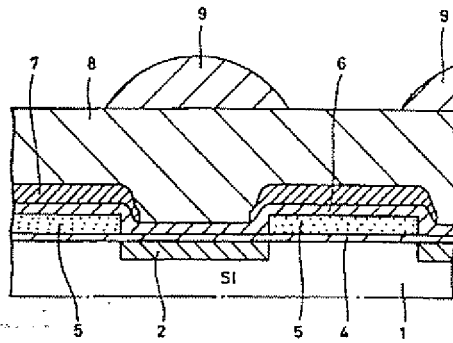
【図11】従来例に係るCCD固体撮像素子の実施例の要部、特に受光部とその周辺部分を示す断面図である。

【図12】従来例に係るCCD固体撮像素子のマイクロ集光レンズの形成位置を示す概略断面図である。

【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 受光部
- 3 撮像領域
- 4 ゲート絶縁膜
- 5 転送電極
- 6 層間絶縁膜
- 7 A1遮光膜
- 8 平坦化用の層間膜
- 9 マイクロ集光レンズ
- 22 マスク

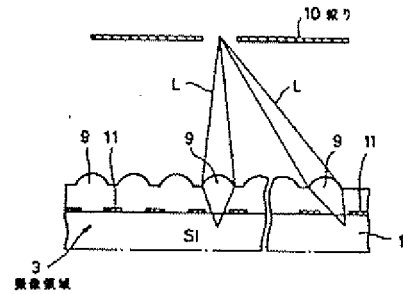
【図1】



- | | |
|------------|---------------|
| 1...シリコン基板 | 6...層間絶縁膜 |
| 2...受光層 | 7...Al遮光膜 |
| 4...ゲート絶縁膜 | 8...層間膜 |
| 5...転送電極 | 9...マイクロ集光レンズ |

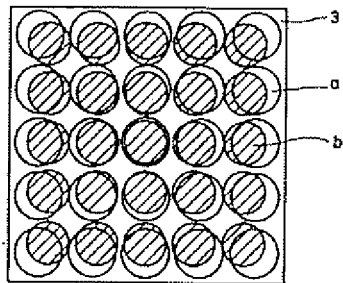
本実施の形態に係る要部の断面

【図2】



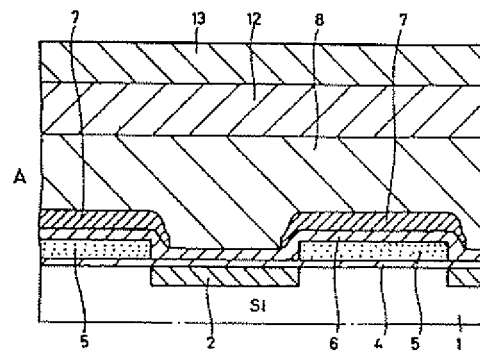
マイクロ集光レンズの形成位置を示す断面

【図3】

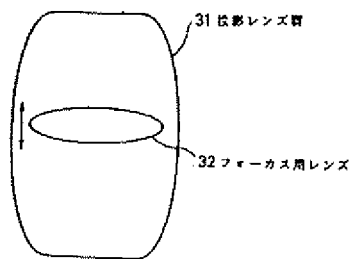


通常形成位置aと倍率補正形成位置bとの関係を示す図

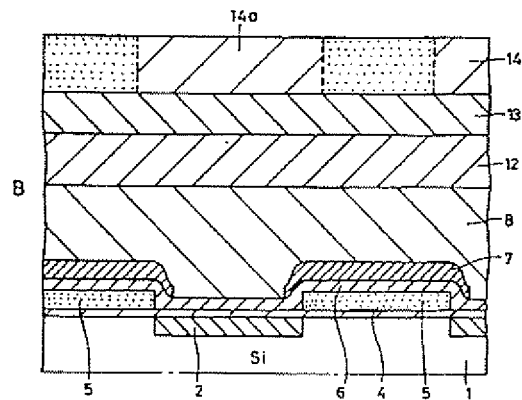
【図4】



【図10】

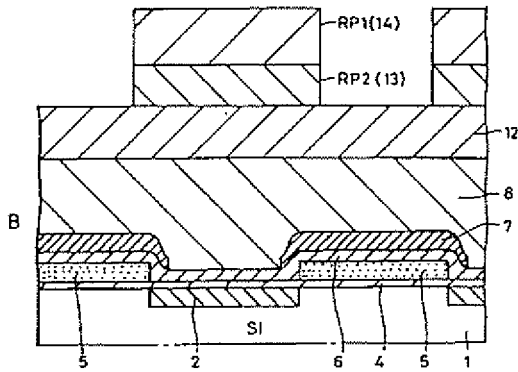
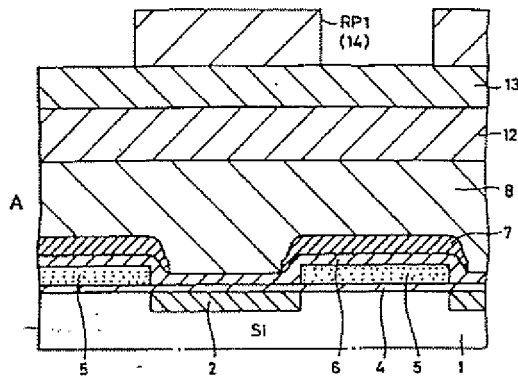


ステッパーの倍率補正機構の一例



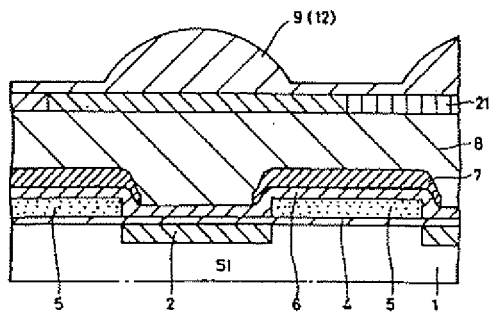
本実施の形態の製造方法の一例(その1)

【図5】



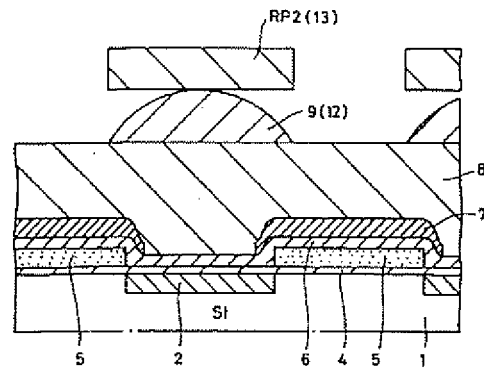
本実施の形態の製造方法の一例(その2)

【図9】



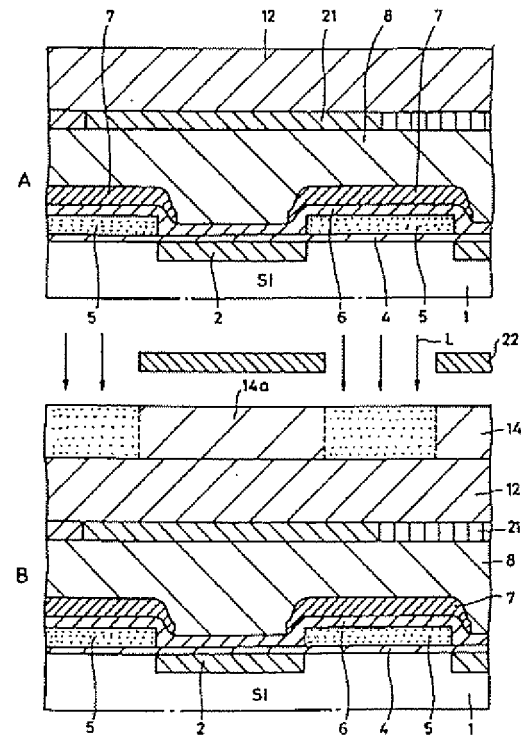
本実施の形態の製造方法の他の例(その3)

【図6】



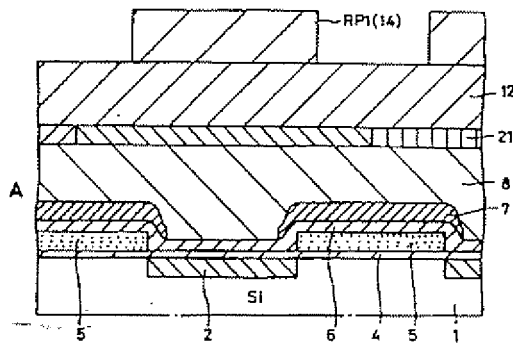
本実施の形態の製造方法の一例(その3)

【図7】

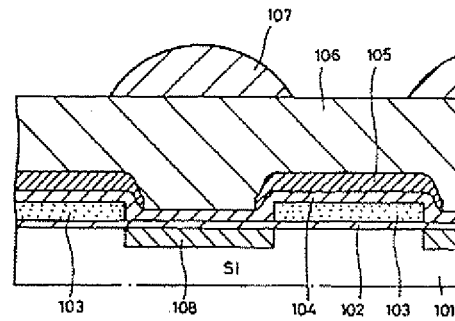


本実施の形態の製造方法の他の例(その1)

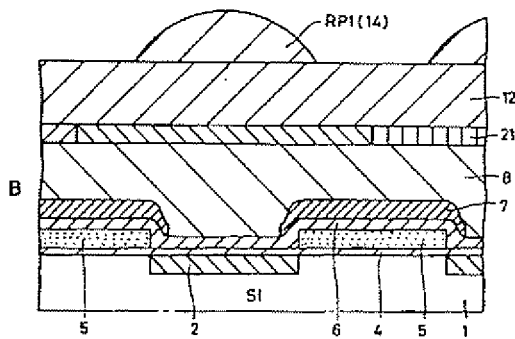
【図8】



【図11】

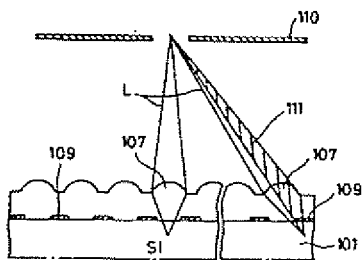


従来例の要部の断面



本実施の形態の製造方法の他の例(その2)

【図12】



従来例のマイクロレンズの形成位置を示す断面